

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の中空系膜からなる中空系膜束を容器内に収容し、この容器内の前記中空系膜の外部に第 1 のガスを流通させるとともに、前記中空系膜の内部に第 2 のガスを流通させる中空系膜モジュールにおいて、前記中空系膜束は、前記中空系膜の充填密度が異なる領域を備えていることを特徴とする中空系膜モジュール。

## 【請求項 2】

前記第 1 のガスを前記中空系膜の外部に供給する第 1 ガス供給部を、前記中空系膜束の一方の端部近傍に設けるとともに、前記第 1 のガスを前記容器の外部に流出させる第 1 ガス流出部を、前記中空系膜束の他方の端部近傍に設け、前記第 1 ガス供給部近傍および第 1 ガス流出部近傍の前記中空系膜の充填密度と、前記第 1 ガス供給部近傍と第 1 ガス流出部近傍との間の前記中空系膜の充填密度とを、互いに異ならせたことを特徴とする請求項 1 に記載の中空系膜モジュール。 10

## 【請求項 3】

前記第 1 ガス供給部近傍および第 1 ガス流出部近傍の前記中空系膜の充填密度を、前記第 1 ガス供給部近傍と第 1 ガス流出部近傍との間の前記中空系膜の充填密度より低くしたことを特徴とする請求項 2 に記載の中空系膜モジュール。

## 【請求項 4】

前記容器内における前記中空系膜の延長方向に直交する断面の面積を、前記中空系膜の延長方向に沿って不均一としたことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の中空系膜モジュール。 20

## 【請求項 5】

前記容器の内面に凸部を設けることで、前記断面の面積を、前記中空系膜の延長方向に沿って不均一としたことを特徴とする請求項 4 に記載の中空系膜モジュール。

## 【請求項 6】

前記第 1 ガス供給部近傍および第 1 ガス流出部近傍の前記断面の面積を、前記第 1 ガス供給部近傍と第 1 ガス流出部近傍との間の前記断面の面積より大きくしたことを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の中空系膜モジュール。

## 【請求項 7】

前記中空系膜は、両端部を、前記中空系膜の延長方向に直交する断面内で周方向に互いにずらすことで、ずらさない前記中空系膜に比較して全長を長く形成したことを特徴とする請求項 3 または 6 に記載の中空系膜モジュール。 30

## 【請求項 8】

前記中空系膜束は、中心部とそれより外周側の前記容器内壁側とで、前記中空系膜の充填密度が互いに異なっていることを特徴とする請求項 1 に記載の中空系膜モジュール。

## 【請求項 9】

前記中空系膜束は、中心部における前記中空系膜の充填密度を、それより外周側の前記容器内壁側における前記中空系膜の充填密度より低くしていることを特徴とする請求項 8 に記載の中空系膜モジュール。

## 【請求項 10】

前記中空系膜の充填密度が低い領域の中心を、前記中空系膜束の中心に対して偏心させたことを特徴とする請求項 9 に記載の中空系膜モジュール。 40

## 【請求項 11】

前記第 1 ガス供給部と、前記第 1 ガス流出部とを、前記中空系膜束を間に挟んで互いに反対方向に設け、前記中空系膜の充填密度が低い領域の中心を、前記第 1 ガス流出部側に偏心させたことを特徴とする請求項 10 に記載の中空系膜モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、複数の中空系膜からなる中空系膜束を容器内に収容して構成した中空系膜モ 50

ジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、中空系膜モジュールとして、例えば下記特許文献1には、燃料電池への供給ガスを加湿するための加湿装置に適用したものが記載されている。この中空系膜モジュールは、複数の中空系膜からなる中空系膜束を容器内に収容し、各中空系膜の両端部を、樹脂からなる管板で固着し、その際各中空系膜の両端を開口した状態とする。

【0003】

そして、容器内の中空系膜の外部に第1のガスを、中空系膜の内部に第2のガスをそれぞれ供給し、この際、それぞれのガスは中空系膜の内外の表面に接触して流れるので、水蒸気分圧の高いガス側の水蒸気が、水蒸気分圧の低いガス側へ中空系膜を選択して通過することによって加湿が行われる。 10

【0004】

このとき、中空系膜モジュールは、中空系膜束の有効長をL、容器の内径をDとすると、 $L/D$ が1.8以上、特に2～6となるように設定することで、ガスの圧力損失を抑制しながら加湿効率を高めようとしている。

【特許文献1】特開2004-55534号公報（段落0018，図3参照）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、燃料電池を、各種部品のレイアウト制約の多い車両に搭載する場合、燃料電池とともに車両に搭載することになる加湿装置については、上記したような中空系膜モジュールの必要な寸法設定を確保できないケースが発生し、また、中空系膜モジュールは、通常全体の形状が円筒形であるが、矩形とする場合には、前述の寸法設定の要求を満たせない場合もあり、加湿効率が充分得られないことになる。 20

【0006】

そこで、本発明は、中空系膜モジュールの形状などに対する制約が多い場合であっても、中空系膜モジュールを効率よく機能させることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、複数の中空系膜からなる中空系膜束を容器内に収容し、この容器内の前記中空系膜の外部に第1のガスを流通させるとともに、前記中空系膜の内部に第2のガスを流通させる中空系膜モジュールにおいて、前記中空系膜束は、前記中空系膜の充填密度が異なる領域を備えていることを特徴とする。 30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、中空系膜モジュール内で、中空系膜束における中空系膜の充填密度が異なる領域を設けたので、モジュール形状やガス流通条件によりモジュール内でのガス流れに不均一性が生じる場合でも、それを打ち消してモジュール内のガス流れを極力均一化することができ、中空系膜モジュールとして効率よく機能させることができる。 40

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

【0010】

図1は、本発明の第1の実施形態を示す中空系膜モジュール1を備える加湿装置の平面図である図2のA-A断面図である。この加湿装置は、図示しない燃料電池に供給するガスを加湿するもので、加湿により、燃料電池に使用するパーフルオロカーボンスルホン酸のような固体高分子電解質膜を適度な湿润状態に保ち、これによりプロトン導電性の低下を防ぐとともに、固体高分子電解質膜と電極との接触不良を防止して、出力向上を図っている。 50

## 【0011】

このような加湿装置は、全体が円筒形状を呈しており、円筒形のハウジング3の内部に前記した中空系膜モジュール1を収容している。中空系膜モジュール1は、図1中で上下両端が開閉する円筒形の容器としてのモジュールケース5内に、複数の中空系膜からなる中空系膜束7を収容している。

## 【0012】

中空系膜束7の図1中で上下両端部は、モジュールケース5の上下の開口部を閉塞するようにして設けてある固着部としての端板9、11によって固着してある。この端板9、11は、溶融状態の樹脂からなる固着剤を固化した、いわゆるポッティング部で構成してあり、その内部を各中空系膜が図1中で上下に貫通し、端板9の上面および端板11の下面のそれぞれに、各中空系膜の上端および下端の各開口部が露出している。 10

## 【0013】

すなわち、上記した各中空系膜の図1中で上端のガス供給口となる開口部から第2のガスとしての乾燥した被加湿ガスが流入し、中空系膜内を流通することで、中空系膜の外部に供給される第1のガスとしての湿潤状態の加湿ガスにより加湿された後、下端のガス放出口となる開口部からモジュール外部へ流出する。

## 【0014】

上記したモジュールケース5の上部および下部にそれぞれ対応する位置には、第1のガスがモジュールケース5内に流入する第1ガス供給部としての第1ガス流入口5aおよび第1のガスがモジュールケース5外へ流出する第1ガス流出部としての第1ガス流出口5bを、円周方向に沿って複数設けている。そして、図1中で左側に位置する第1ガス流入口5aに対応する位置のハウジング3には、第1ガス導入管13を接続する。また、図1中で右側に位置する第1ガス流出口5bに対応する位置のハウジング3には、第1ガス流出管15を接続する。 20

## 【0015】

第1ガス導入管13と第1ガス流出管15との間における、ハウジング3とモジュールケース5との間には、円筒形状のシール材17を嵌入する一方、ハウジング3とモジュールケース5との間の図1中で上下両端には、環状の端部シール材19、21をそれぞれ嵌入する。

## 【0016】

これにより、シール材17と端部シール材19との間に環状の第1ガス導入空間23が形成されるとともに、シール材17と端部シール材21との間に環状の第1ガス流出空間25がそれぞれ形成される。 30

## 【0017】

すなわち、第1のガスとしての加湿ガスが、第1ガス導入管13から第1ガス導入空間23および第1ガス流入口5aを経て、モジュールケース5内の中空系膜の外部に流入して流通し、中空系膜の内部に供給される前記した第2のガスとしての被加湿ガスを加湿した後、第1ガス流出口5bおよび第1ガス流出空間25を経て第1ガス流出管15からモジュール外部へ流出する。

## 【0018】

そして、モジュールケース5は、図1中で上下両端の第1ガス流入口5aおよび第1ガス流出口5bにそれぞれ対応する部位を除く中空系膜の延長方向中央部位の内面に、凸部としての円筒部材27を設けている。これにより、モジュールケース5内における、中空系膜の延長方向に直交する断面の面積を、中空系膜の延長方向に沿って不均一としている。 40

## 【0019】

特に、ここでは、モジュールケース5の図1中で上下方向中央部に円筒部材27を設けることで、第1ガス流入口5a近傍および第1ガス流出口5b近傍のモジュールケース5内における、中空系膜の延長方向に直交する断面の面積を、第1ガス流入口5a近傍と第1ガス流出口5b近傍との間のモジュールケース5内における、中空系膜の延長方向に直 50

交する断面の面積より大きくしている。

【0020】

ここで、モジュールケース5内に収容している中空系膜束7は、円筒部材27を設けている中空系膜の延長方向中央部位と、円筒部材27を設けていない上下両端部とで、同一本数の中空系膜が存在している。このため、両端部での中空系膜束は、全体的に中央部位に比べて直径方向外側に広がった状態となり、モジュールケース5内での中空系膜の充填密度としては、第1ガス流入口5a、第1ガス流出口5bを備える上下両端部に対応する領域が、円筒部材27を設けている中央部の領域に比較して低くなっている。

【0021】

次に作用を説明する。図1に示すように、図1中で上部における端板9の表面に開口している各中空系膜の端部開口から、第2のガスである被加湿ガスを供給する一方、同上部における第1ガス導入管13から第1のガスである加湿ガスを導入する。 10

【0022】

中空系膜の上端開口から供給する被加湿ガスは、中空系膜内を下方に向けて流れ、下端開口からモジュール外部に流出する。

【0023】

一方、第1ガス導入管13から導入する加湿ガスは、環状の第1ガス導入空間23に流入した後、第1ガス流入口5aから中空系膜の外部、すなわち中空系膜束7における各中空系膜相互間を下方に向けて流れ、第1ガス流出口5bから環状の第1ガス流出空間25に流出しつつ、第1ガス流出管15からモジュール外部へ流出する。 20

【0024】

このようなガス流れの過程において、中空系膜の外部を流れる加湿ガス中の水蒸気が中空系膜を透過し、中空系膜内を流れる被加湿ガスを加湿する。

【0025】

ここで、中空系膜の外部を流れる加湿ガスの多くは、図1中の曲線状の矢印Bで示すように、中空系膜束におけるガスの流れやすい部位を、大きな円弧を描くように、中空系膜内を流れる被加湿ガスの流れと並行した状態で流れる。

【0026】

このとき、本実施形態では、第1ガス流入口5a付近の中空系膜束7は、充填密度を低くしているため、第1ガス流入口5aから流入した加湿ガスの一部は、矢印Cのように、直径方向中心の、従来ではガスが流れにくい部位となっている内部まで入り込む。 30

【0027】

その後、この内部まで入り込んだ加湿ガスは、円筒部材27を設けた中空系膜の延長方向中央部位においても中心部を下方に向けて流れ、下端部において、矢印Dのように外側に向かう流れとなり、前記矢印Bで示した加湿ガスの主流とともに、第1ガス流出口5bおよび第1ガス流出空間25を経て第1ガス流出管15からモジュール外部へ流出する。

【0028】

図3および図4は、上記した本実施形態の円筒部材27を設けていない中空系膜モジュール10での中空系膜の外部を流れるガスの流速分布を、中空系膜モジュール10の正面断面図および平面図としてそれぞれ示している。 40

【0029】

すなわち、この中空系膜モジュール10は、円筒部材27を設けないことで、モジュールケース5内における、中空系膜の延長方向に直交する断面の面積が、中空系膜の延長方向に沿って均一化しており、このためモジュールケース5内に収容している中空系膜束7の充填密度は、その全域にわたって均一化している。

【0030】

このような中空系膜モジュール10において、中空系膜の外部を流れるガスの流速は、図4の平面図では、中心部が最も遅く、その外側が中速で、さらにその外側が最も速くなっている。一方、図3の正面断面図をみると、上下両端の直径方向中央が最も遅く、上下方向の中央でかつ直径方向中央部が中速で、直径方向外側付近が最も速くなっている。 50

## 【0031】

上記した図3および図4を総合してみると、ガス流速が最も遅い部分は、図3中で第1ガス流入115a付近および第1ガス流出115b付近における直径方向中心部であり、この部分は、前記図1、図2に示した本実施形態において、中空系膜束7の充填密度を低くした領域に相当する。

## 【0032】

図3、図4のように、中空系膜の外部を流れるガスの流速が遅い部位は、ガスが行き届きにくく、中空系膜が有効に利用されていないことになり、中空系膜モジュール10として効率よく機能していないことになる。

## 【0033】

一方、本実施形態においては、図1に示すように、上記したガスの行き届きにくい上下両端の中空系膜束7の充填密度を、中空系膜の延長方向中央部に比較して低くすることで、第1ガス流入115aからモジュールケース5内に流入した加湿ガスの一部が、矢印Cで示すように、中空系膜束7の中心部にまで大きな流通抵抗を受けることなく入り込み、この中心部を下方に向けて流れていく。

## 【0034】

また、図1中の下部においても、上記中心部を下方に向けて流れた加湿ガスが、中空系膜の充填密度の低い下部にて矢印Dに示すように、大きな流通抵抗を受けることなく外側の第1ガス流出口5bに向けて容易に流れるものとなる。

## 【0035】

このように、本実施形態では、中空系膜束7における中空系膜の充填密度を、第1ガス流入口5a付近および第1ガス流出口5b付近で、中空系膜の延長方向中央部に比較して低くするようにしたので、中空系膜束7内の中心部にまで加湿ガスが効率よく流れ込み、中心部の中空系膜も有効活用して加湿性能を高めることができ、中空系膜モジュール1として効率よく機能させることができる。

## 【0036】

図5は、本発明の第2の実施形態を示す中空系膜モジュール1Aを備える加湿装置の、前記図1に相当する断面図である。この中空系膜モジュール1Aは、モジュールケース5Aの内径が、図5中で上下両端部から中央部に向けて徐々に小さくなるように、モジュールケース5Aの内面に凸部29を設けている。

## 【0037】

すなわち、このモジュールケース5Aは、図5中で中空系膜の延長方向中央部の内径が最も小さく、上下両端部の内径が最も大きくなっている。

## 【0038】

これにより、第2の実施形態においては、前記図1に示した第1の実施形態と同様に、中空系膜束7における中空系膜の充填密度が、第1ガス流入口5aおよび第1ガス流出口5b付近で、中空系膜の延長方向中央部に比較して低くなるので、中空系膜束7内の中心部にまで加湿ガスが効率よく流れ込み、中心部の中空系膜も有効活用して加湿性能を高めることができ、中空系膜モジュール1Aとして効率よく機能させることができる。

## 【0039】

また、第2の実施形態では、中空系膜束7全体を、円筒形のモジュールケース5Aの中心軸線を中心として捻った状態としている。つまり、後述する中空系膜モジュール1Aの製造方法で明らかになるが、中空系膜束7の図5中で例えば上端部を固定した状態で、同下端部全体を、モジュールケース5Aの上下方向に延びる中心軸線を中心として所定角度回転させ、捻る作業を行う。すなわち、中空系膜の上下両端部を、中空系膜の延長方向に直交する断面内で周方向に互いにずらすことで、ずらさない中空系膜に比較して全長を長く形成している。

## 【0040】

このように中空系膜束7全体を捻った状態としても、各中空系膜の両端は、上下の端板9、11を貫通してその表面にそれぞれ開口した状態にある。したがって、中空系膜束7

10

20

30

40

50

の特に外周側付近にある中空系膜は、捻る作業によってその全長が、捻る作用を受けにくい中心部のものに比較して長くなる。その結果、中空系膜全体の膜面積が、捻らない場合に比較して広くなり、同一形状（大きさ）のモジュールケースを使用した場合に、加湿性能をより高めることができる。

【0041】

次に、上記した中空系膜モジュール1Aの製造方法について、図6～図16を用いて説明する。まず、図6に示すように、多数の中空系膜からなる中空系膜束7をモジュールケース5内に收容するが、この際中空系膜束7の両端部をモジュールケース5Aから上下にそれぞれ突出させた状態とする。なお、このとき中空系膜束7の図6中で下部については、特に突出させなくても構わない。

10

【0042】

そして、これら中空系膜束7およびモジュールケース5Aの下端を、上部が開放している円形の固着剤收容キャップ31内に挿入する。このとき、各中空系膜の端部開口は、加熱したり、あるいは樹脂を接着するなどして閉塞した状態とし、また中空系膜束7およびモジュールケース5の下端は、固着剤收容キャップ31の底部に対して離間させる。

【0043】

上記した固着剤收容キャップ31の外周縁に設けた側壁31aの一部には、固着剤注入口31bを設けてあり、この固着剤注入口31bから、図7に示すように、溶融状態のポリオレフィンなどの熱可塑性樹脂やエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂からなるポッティング樹脂33を、固着剤收容キャップ31内に注入する。

20

【0044】

この際、注入するポッティング樹脂33は、中空系膜相互間に入り込んで行くが、中空系膜の端部開口は閉塞しているので、中空系膜の内部に入り込むことはなく、また注入量は、ポッティング樹脂33の上面が、側壁31aの上端と第1ガス流入口5aとの間の適宜位置となるようにする。

【0045】

なお、ポッティング樹脂33を注入する際には、モジュールケース5Aの外周面と固着剤收容キャップ31の側壁31aの内周面との間は、ほぼ密着状態としており、これら両者間からのポッティング樹脂33の漏れを防止している。

【0046】

その後、上記注入したポッティング樹脂33が固化することで、複数の中空系膜を固着させるとともに、モジュールケース5Aに対してもポッティング樹脂33が固着し、これらが一体化する。

30

【0047】

そして、これら固化したポッティング樹脂33によって一体化したものを、図8に示すように、固着剤收容キャップ31の側壁31a上端位置とほぼ同位置にて水平方向に切断する。これにより、図9に示すように、モジュールケース5Aの図9中で下端開口は、上記したポッティング樹脂33からなる端板9によって閉塞した状態となる。この切断作業での中空系膜については、下端開口を閉塞した部分を切断することになるので、各中空系膜の図9中で下端部が、端板9の表面にて開口した状態となる。

40

【0048】

次に、上記図9の状態のモジュールケース5Aを中空系膜束7とともに、図10のように上下反転させ、この状態で図11に示すメッシュ部材35を、モジュールケース5Aの下端部に嵌め込む。

【0049】

メッシュ部材35は、円筒部35aと、円筒部35aの図11中で下部の開口を覆うメッシュ35bとからなり、円筒部35aの内径をモジュールケース5Aの外径より僅かに大きくしている。また、メッシュ35bは、中空系膜が1本ないしは数本が挿入可能な孔を多数設けた、例えば網状の部材である。

【0050】

50

このように構成したメッシュ部材 3 5 のメッシュ 3 5 b の各孔に、モジュールケース 5 A から突出している中空系膜を適宜本数挿入しつつ、モジュールケース 5 A の下部が円筒部 3 5 a の内側に入り込むように、メッシュ部材 3 5 をモジュールケース 5 A の下端に嵌め込む。

【0051】

その後、図 1 2 に示すように、メッシュ部材 3 5 を、モジュールケース 5 A の上下に延びる中心軸線を中心としてモジュールケース 5 A に対して矢印 E のように、例えば 4 5 度～60 度程度回転させる。これにより、中空系膜束 7 は、前述したように、その全体が捻られた状態となり、その結果中空系膜束 7 の特に外周側付近にある中空系膜は、モジュールケース 5 A の上下方向長さの範囲において、図 1 2 中で上下鉛直方向に対しより傾斜するものとなって全長が中心部のものに比較して長くなる。

【0052】

次に、図 1 3 に示すように、上記図 1 2 の状態のモジュールケース 5 A の下端を、中空系膜束 7 およびメッシュ部材 3 5 とともに、上部が開放している円形の固着剤収容キャップ 3 7 内に挿入する。このとき、各中空系膜の端部開口は、前記と同様にして加熱したり、あるいは樹脂を接着するなどして閉塞した状態とし、また中空系膜束 7 およびモジュールケース 5 の下端は、固着剤収容キャップ 3 7 の底部に対して離間させる。

【0053】

上記した固着剤収容キャップ 3 7 の外周縁に設けた側壁 3 7 a の一部には、固着剤注入口 3 7 b を設けてあり、この固着剤注入口 3 7 b から、図 1 4 に示すように、熔融状態のポリオレフィンなどの熱可塑性樹脂やエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂からなるポッティング樹脂 3 9 を、固着剤収容キャップ 3 7 内に注入する。

【0054】

この際、注入するポッティング樹脂 3 9 は、中空系膜相互間に入り込んで行くが、中空系膜の端部開口は閉塞しているので、中空系膜の内部に入り込むことはなく、また注入量は、ポッティング樹脂 3 9 の上面が、互いに同一面となっている側壁 3 7 a および円筒部 3 5 a の各上端面と、第 1 ガス流出口 5 b との間の適宜位置となるようにする。

【0055】

なお、ポッティング樹脂 3 9 を注入する際には、モジュールケース 5 A の外周面とメッシュ部材 3 5 の円筒部 3 5 a の内周面との間および、円筒部 3 5 a の外周面と固着剤収容キャップ 3 7 の側壁 3 7 a の内周面との間は、いずれもほぼ密着状態としており、これら各間からのポッティング樹脂 3 9 の漏れを防止している。

【0056】

その後、上記注入したポッティング樹脂 3 9 が固化することで、複数の中空系膜を固着させるとともに、モジュールケース 5 A に対してもポッティング樹脂 3 9 が固着し、これらが一体化する。

【0057】

そして、これら固化したポッティング樹脂 3 9 によって一体化したものを、図 1 5 に示すように、固着剤収容キャップ 3 7 の側壁 3 7 a 上端位置とほぼ同位置にて水平方向に切断する。完成した中空系膜モジュール 1 A を図 1 6 に示す。これにより、モジュールケース 5 A の図 1 6 中で下端開口は、上記したポッティング樹脂 3 9 からなる端板 1 1 によって閉塞した状態となる。この切断作業での中空系膜については、下端開口の閉塞した部分を切断することになるので、各中空系膜の図 1 6 中で下端部が、端板 1 1 の表面にて開口した状態となる。

【0058】

図 1 7 は、本発明の第 3 の実施形態に係わる中空系膜モジュール 1 B を備える加湿装置の、前記図 1 に相当する断面図、図 1 8 は、前記図 2 に相当する平面図である。この中空系膜モジュール 1 B は、前記図 1 に示した中空系膜モジュール 1 における円筒部材 2 7 を排除した上で、中空系膜束 7 における中空系膜の充填密度を、中心部とそれより外周側のモジュールケース 5 の内壁側との間で互いに異ならせている。

10

20

30

40

50



## 【0059】

具体的には、上記した中空系膜の充填密度を、中空系膜束7における直径方向中心部で最も低くし、中心部から外周側に向かうに従って、徐々に高くしている。すなわち、中空系膜の充填密度は、中心部Pで最も低く、最外周部Rで最も高く、これら相互の中間部Qで中程度とし、充填密度分布を同心円状に変化させている。

## 【0060】

上記図17、図18に示した第3の実施形態によれば、中空系膜束7における直径方向中心部の中空系膜の充填密度を低くすることにより、中空系膜の外部を流れる加湿ガスが到達しにくい中心部でのガス流通抵抗を小さくすることができる。これにより、第1ガス流入口5aから流入した加湿ガスがモジュール中心部まで到達しやすくなりかつ、中心部に

10

## 【0061】

ここで、第3の実施形態では、最外周部Rの中空系膜の充填密度は低くせず一般的な充填密度としているので、中空系膜束7の全域について中空系膜の充填密度を低くしてガス流通抵抗を抑える場合に対し、中空系膜面積を大きくとることができ、加湿性能維持に寄与することができる。

## 【0062】

また、最外周部Rの中空系膜の充填密度を高く維持したままであるので、加湿ガスがモジュールケース5内に流入する際の中空系膜の強度を維持でき、中空系膜の信頼性を確保

20

## 【0063】

図19は、本発明の第4の実施形態に係わる中空系膜モジュール1Cを備える加湿装置の、前記図1に相当する断面図、図20は、前記図2に相当する平面図である。この中空系膜モジュール1Cは、前記図17、図18に示した第3の実施形態における中空系膜モジュール1Bの同心円状に変化させた中空系膜の充填密度分布に対し、中空系膜の充填密度が最も低い中心部Pの領域を、図19、図20中で右側、すなわち第1ガス流出部となる第1ガス流出管15側に偏心させている。

## 【0064】

また、中空系膜の充填密度が中程度の中間部Qについても、中心部Pと同方向に偏心させているが、その偏心量は、中心部Pより小さくしている。つまり、中心部Pは中間部Qに対しても同方向に偏心していることになる。

30

## 【0065】

したがって、この例では、中空系膜モジュール1Cの中心軸線を境にして、第1ガス供給部となる第1ガス導入管13を備える図19、図20中で左側と、第1ガス流出管15を備える図19、図20中で右側とでは、前者の方が後者に比較して、最外周部Rおよび中間部Qの中空系膜束7の厚さが厚く、また中心部Pについては逆に、後者の方が前者に比較して、中空系膜束7の厚さが厚くなっている。

## 【0066】

このように構成した第4の実施形態によれば、中空系膜束7における直径方向中心部の中空系膜の充填密度を低くすることで、中空系膜の外部を流れる加湿ガスの流通抵抗が小さくなって、第1ガス流入口5aから流入した加湿ガスがモジュール中心部まで到達しやすくなり、加湿に活用できる中空系膜面積を大きくとれて加湿性能が向上するなど、前記した第3の実施形態と同様の効果を得ることができる。

40

## 【0067】

また、第4の実施形態によれば、第1ガス導入管13から第1ガス導入空間23に流入した加湿ガスは、中空系膜モジュール1Cの全周に設けてある第1ガス供給口5aのうち、第1ガス導入管13近傍でガス流速が比較的大きいので、第1ガス導入管13を設けてある側について、中空系膜の充填密度の高い領域を多くすることで、加湿ガスが流入する際の中空系膜の強度をより確実に維持でき、中空系膜の信頼性確保が充分なものとなる。

50

## 【0068】

さらに、第4の実施形態では、第1ガス導入管13を図19、図20中で左側に、第1ガス流出管15を同右側に、それぞれ設定位置することで、中空系膜の外部を流れる加湿ガスの流れの中心部が、図19に示すように、中空系膜モジュール1Cの中心軸線に対し、第1ガス流出管15を設定してある図19中で右側に寄っており、これに対応して中空系膜の充填密度が低い中心部Pを、同右側に偏心させている。

## 【0069】

これにより、中空系膜束7内における加湿ガスの流れが、中空系膜の充填密度分布に対応したものとなり、加湿ガスの流通抵抗が小さくなって、各第1ガス流入口5aから流入した加湿ガスがモジュール中心部まで効率よく到達するものとなり、加湿に活用できる中空系膜面積を大きくとれて加湿性能が向上する。

10

## 【0070】

なお、上記した各実施形態では、中空系膜の内部に被加湿ガスを、同外部に加湿ガスを流す例を示したが、これとは逆に中空系膜の内部に加湿ガスを、同外部に被加湿ガスを流すようにしてもよい。また、中空系膜モジュール1、1A、1B、1Cを、加湿装置としてだけでなく、濾過器として利用することもできる。

## 【0071】

また、上記した各実施形態においては、中空系膜モジュール1、1A、1B、1Cとして、全体が円筒形状を呈したものを示したが、円筒形状に限らず、角柱形状であっても構わない。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0072】

【図1】図2のA-A断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係わる中空系膜モジュールを備える加湿装置の平面図である。

【図3】第1の実施形態における円筒部材を設けない場合の中空系膜の外部を流れるガスの流速分布を示す中空系膜モジュールの正面断面図である。

【図4】第1の実施形態における円筒部材を設けない場合の中空系膜の外部を流れるガスの流速分布を示す中空系膜モジュールの平面図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係わる中空系膜モジュールを備える加湿装置の、図1に相当する断面図である。

30

【図6】図5の中空系膜モジュールの製造工程図で、中空系膜束およびモジュールケースの下端を固着剤収容キャップに挿入した状態を示す。

【図7】図5の中空系膜モジュールの製造工程図で、熔融状態の樹脂を固着剤収容キャップ内に注入した状態を示す。

【図8】図5の中空系膜モジュールの製造工程図で、樹脂が固化した状態で不要部位を切断する状態を示す。

【図9】図5の中空系膜モジュールの製造工程図で、固化した樹脂の不要部位を切断した後の状態を示す。

【図10】図5の中空系膜モジュールの製造工程図で、図9の状態のモジュールケースを中空系膜束とともに上下反転させて、メッシュ部材をモジュールケースの下端部に嵌め込んだ状態を示す。

40

【図11】メッシュ部材の斜視図である。

【図12】図5の中空系膜モジュールの製造工程図で、メッシュ部材をモジュールケースに対して回転させて中空系膜束を捻る状態を示す。

【図13】図5の中空系膜モジュールの製造工程図で、図12のモジュールケースの下端を、中空系膜束およびメッシュ部材とともに固着剤収容キャップに挿入した状態を示す。

【図14】図5の中空系膜モジュールの製造工程図で、熔融状態の樹脂を固着剤収容キャップ内に注入した状態を示す。

【図15】図5の中空系膜モジュールの製造工程図で、樹脂が固化した状態で不要部位を

50

切断する状態を示す。

【図 1 6】 図 5 の中空糸膜モジュールの製造工程図で、切断後の完成した状態を示す。

【図 1 7】 本発明の第 3 の実施形態に係わる中空糸膜モジュールを備える加湿装置の、図 1 に相当する断面図である。

【図 1 8】 図 1 7 の中空糸膜モジュールの平面図である。

【図 1 9】 本発明の第 4 の実施形態に係わる中空糸膜モジュールを備える加湿装置の、図 1 に相当する断面図である。

【図 2 0】 図 1 9 の中空糸膜モジュールの平面図である。

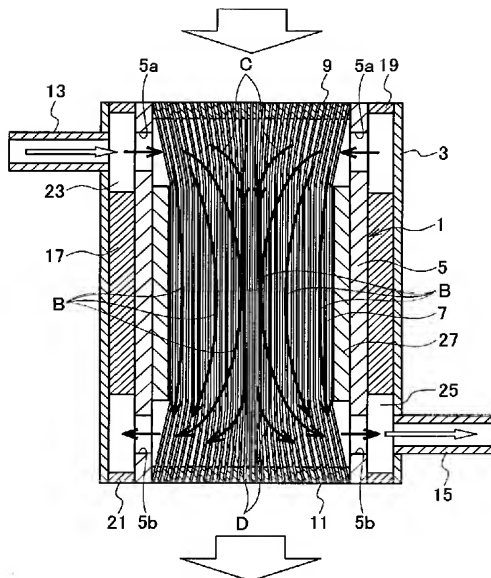
【符号の説明】

【 0 0 7 3 】

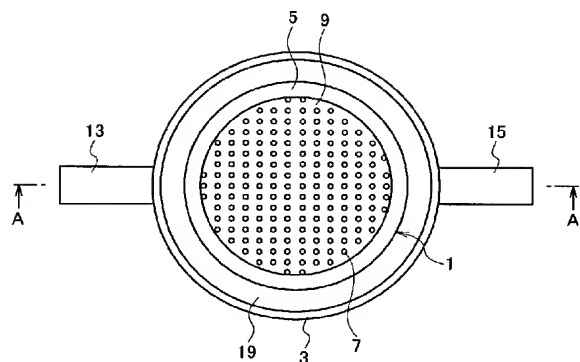
- 1, 1 A, 1 B, 1 C 中空糸膜モジュール
- 5 モジュールケース（容器）
- 5 a 第 1 ガス流入口（第 1 ガス供給部）
- 5 b 第 1 ガス流出口（第 1 ガス流出部）
- 7 中空糸膜束
- 1 3 第 1 ガス導入管（第 1 ガス供給部）
- 1 5 第 1 ガス流出管（第 1 ガス流出部）
- 2 7 円筒部材（凸部）
- 2 9 凸部

10

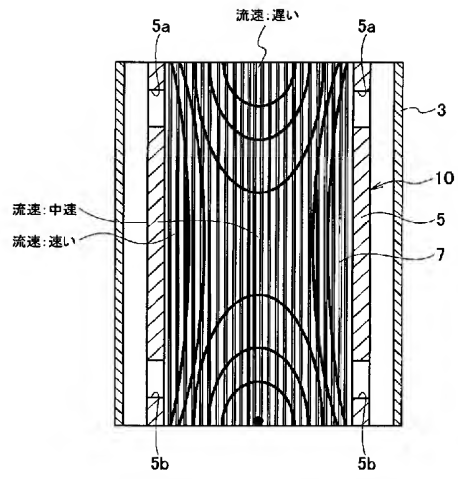
【図 1】



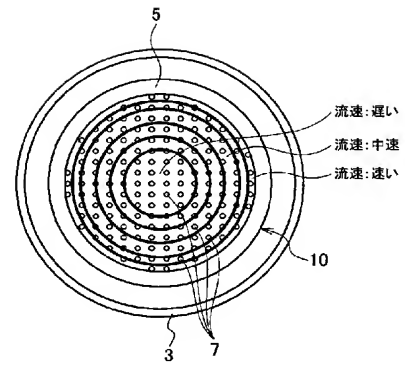
【図 2】



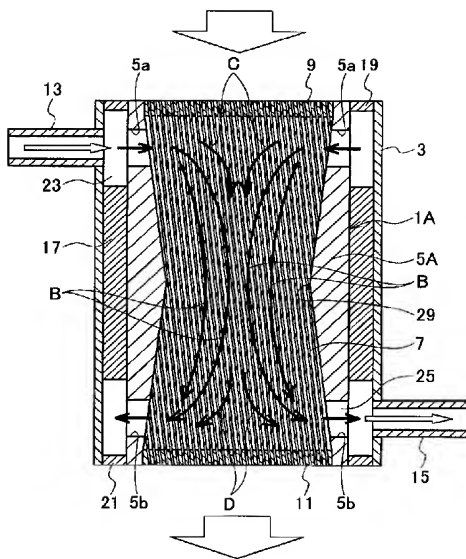
【図 3】



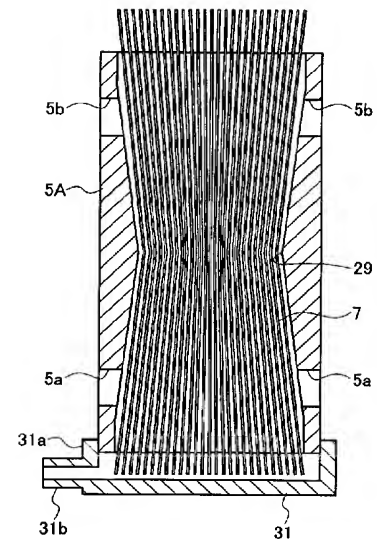
【図 4】



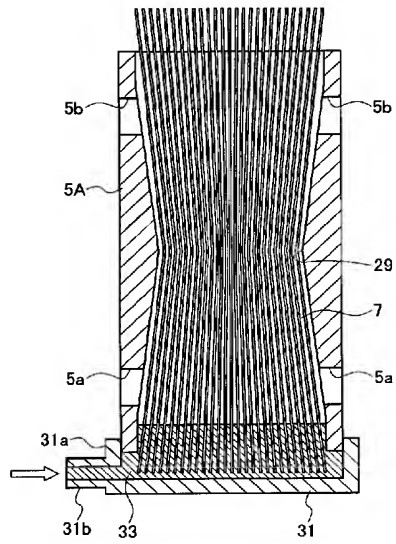
【図 5】



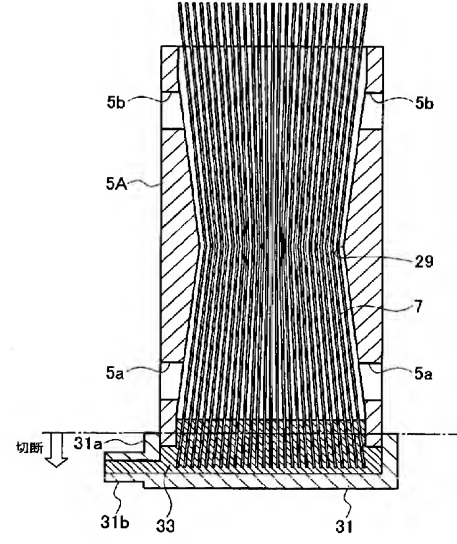
【図 6】



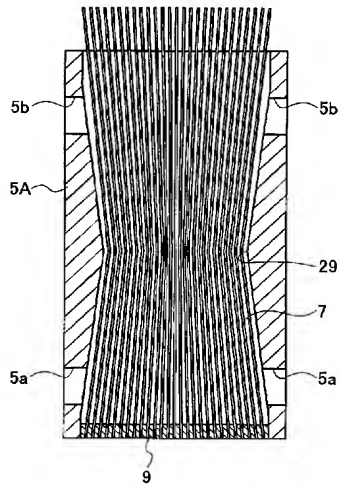
【図 7】



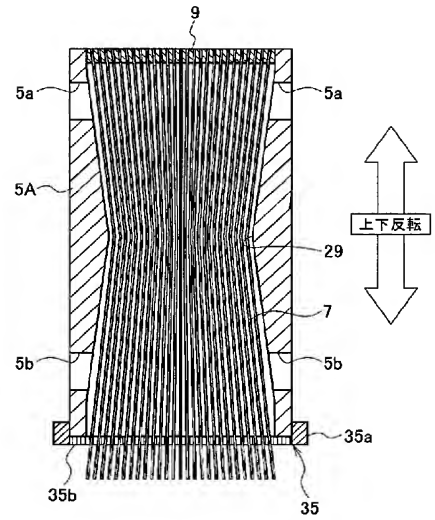
【図 8】



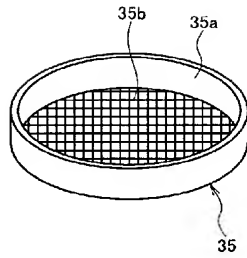
【図 9】



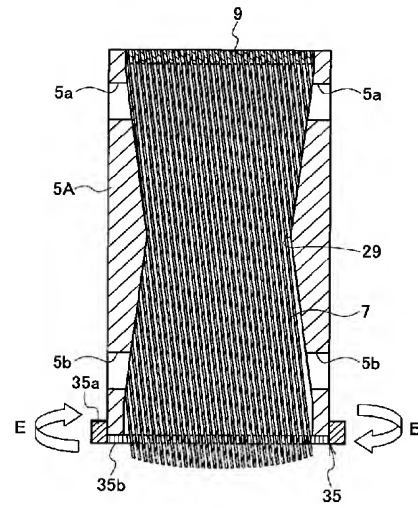
【図 10】



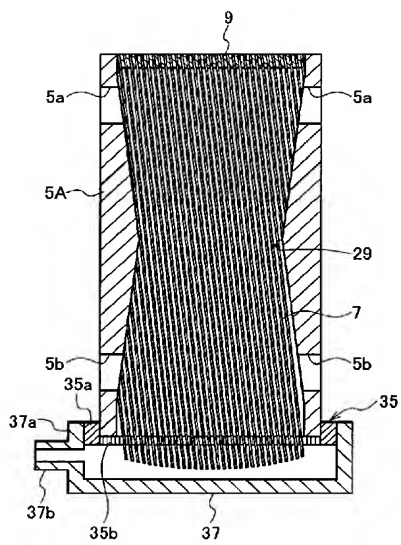
【図 1 1】



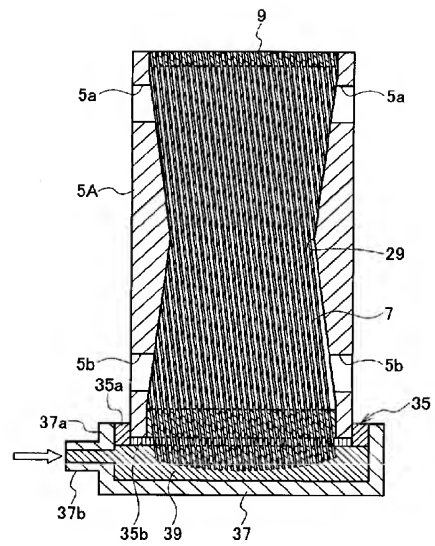
【図 1 2】



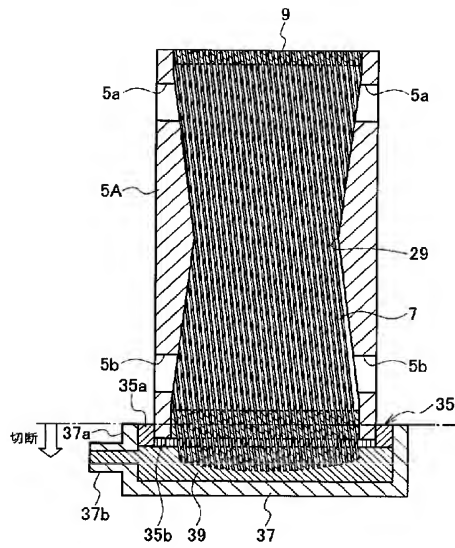
【図 1 3】



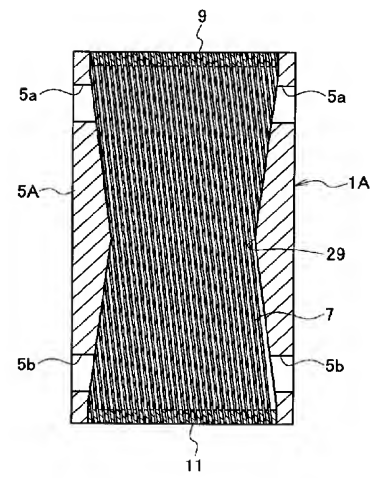
【図 1 4】



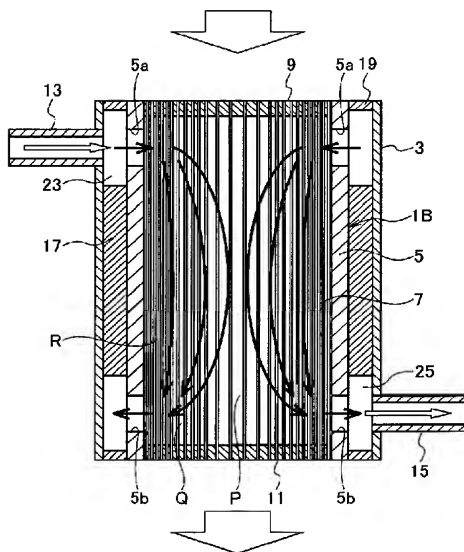
【図 15】



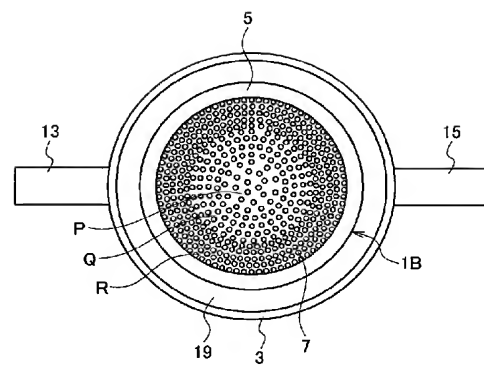
【図 16】



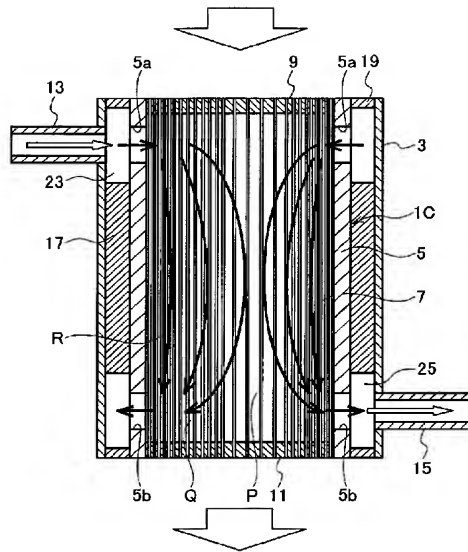
【図 17】



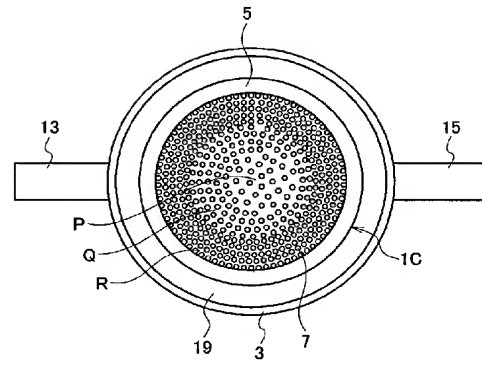
【図 18】



【図 19】



【図 20】





---

フロントページの続き

(72)発明者 的場 雅司

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 4D006 GA41 HA02 JA02A JA02Z JA04A JA04Z JA14Z JA22Z JB02 JB05

MA01 PB18 PB65 PC80

5H026 AA06 CC10 CX02 CX04 HH02 HH03 HH05

5H027 AA06